

Aus dem II. Anatomischen Institut
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. W. Schwarz

Die Cornea eines Reptils
(Hemidactylus peratus) im Vergleich mit
anderen Vertebraten, insbesondere der
menschlichen Cornea

- Elektronenmikroskopische Untersuchungen -

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Klaus Schlichting
Kronshagen bei Kiel

1972



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553616_0112

Aus dem II. Anatomischen Institut
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. W. Schwarz

Die Cornea eines Reptils
(Hemidactylus peratus) im Vergleich mit
anderen Vertebraten, insbesondere der
menschlichen Cornea

- Elektronenmikroskopische Untersuchungen -

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Klaus Schlichting
Kronshagen bei Kiel

Referent: Prof. Dr. med. W. Schwarz

Korreferent: Prof. Dr. med. H. Hager

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fachbereiche der Freien Universität Berlin

Promoviert am : 27. Oktober 1972



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	2
Material und Methode	7
Untersuchungsergebnisse	9
Diskussion	13
Zusammenfassung	17
Literaturverzeichnis	24

Einleitung

Die substantia propria, mit 90 % der größte Cornea-anteil (24), besteht nicht aus einem homogenen glasähnlichen Material, sondern zeigt eine Anordnung von kollagenen Fibrillen, Filamenten, Kittsubstanz und vereinzelt Zellen, den Keratozyten. Die Erkenntnis dieser morphologischen Inhomogenität zog zwangsläufig zwei Fragen nach sich: Wie sehen die entwicklungsgeschichtlichen Bauprinzipien aus, deren Grenzen bei der hochspezialisierten Aufgabe der Transparenz deutlich determiniert sein müssen? Mit welchen Gesetzmäßigkeiten der Optik kann die Transparenz der Cornea begründet werden?

Zur Beantwortung der ersten Frage mag eine vereinfachende Übersicht aus den zahlreichen bisherigen Veröffentlichungen unter besonderer Bezugnahme auf das Hühnchen dienen: Wirbeltieraugen zeigen untereinander einen gleichen Systemaufbau; deshalb kann man annehmen, daß auch die Entwicklung dorthin gleich ist (26). Nach Ausbildung des neuroektodermalen Augenbechers und Abschnürung der oberflächenektodermalen Linsenblase befindet sich zwischen epitheliale Ektoderm und Linsenblase ein Raum, der mit dem zellfreien, aber bereits faserigen Primärstroma gefüllt ist. Dieses haben viele Autoren beim Hühnchen wie bei einigen Säugern nachgewiesen (4,17,26). Die Fasern sollen bereits den kollagenen Fibrillen entsprechen. Ob dieses faserige Primärstroma ein Produkt des Sekretion anzeigenden Oberflächen-

epithels ist (4,13,16), oder ob diese Sekretion allein der zu bildenden Basalmembran gilt (15), ist nicht abschließend geklärt. Es gibt Gegenargumente, die sich auf die mangelnde Kollagenstreifung (8) und das fehlende Hydroxyprolin (5) berufen. Die Fasern des Primärstroma sollen sich von Anfang an ähnlich dem endgültigen Zustand in parallelen Lamellen anordnen, wobei aber noch grobe Unregelmäßigkeiten in ihrem Verlauf herrschen (4,13,27). Nach einer bestimmten Zeitspanne kommt es zu einer schnellen Anschwellung des Primärstroma. Wie auf Leitbahnen wandern nun von der Peripherie her Mesenchymzellen entlang der beschriebenen Lamellen in das Primärstroma ein. Mesenchymzellen werden zu Fibroblasten und beginnen mit der Produktion von Mukopolysaccharidprotein-komplexen und Tropokollagenmolekülen, ein Vorgang, der allgemein als Fibrillogenese bezeichnet wird. Die Mukopolysaccharide, auch neuerdings Glycosaminoglycane genannt, bestehen hauptsächlich aus dem Glycosaminoglycan Keratansulfat und den Galaktosaminoglycanen Chondroitin-4-sulfat und Chondroitin. Die Glycosaminoglycane beeinflussen unterschiedlich stark Elastizität und Wasserbindungsvermögen. Die Tropokollagenmoleküle weisen eine Länge von 2800 Å und eine Dicke von 15 Å auf. Sie enthalten drei Polypeptidketten aus Prolin, Hydroxyprolin und Glycin, die in einer Helix miteinander verschlungen sind. Diese Tropokollagenmoleküle werden bereits innerhalb des Fibroblasten synthetisiert (11,12,18). Nach Synthese von Mukopolysaccharidproteinkomplexen und Tropokollagenmolekülen werden diese ausgeschleust und vorerst am äußeren Zellrand abgelagert. Nun beginnen die

Tropokollagenmoleküle sich entlang von speziellen Makromolekülen aus Glycosaminoglycanen (Polymeren) auszurichten, wobei sich die Tropokollageneinheiten jeweils um ein Viertel ihrer Länge versetzt aneinanderlagern und von einer bestimmten Gesamtdicke an die für das Kollagen typische Querstreifung in der elektronenmikroskopischen Aufnahme zeigen (12,23). Die Dicke der kollagenen Fibrillen und die Menge an hochpolymerisierten Mukopolysacchariden stehen dabei im umgekehrten Verhältnis zueinander (14). Diese Glycosaminoglycane bestimmen also den Durchmesser der kollagenen Fibrillen. Sie sollen in diesem frühen Entwicklungsstadium der Tropokollagenaggregation in zwei Erscheinungsformen auftreten: einmal als isolierte Filamente geknäuelt, zum anderen als an Fibrillenoberflächen angeheftete Filamente (9,23). Diesbezüglich sind auch Überlegungen bei Untersuchungen an der Rattencornea zu erwähnen (2). Dort wurde kein Primärstroma gefunden, wohl aber eine Anhäufung dieser Makromoleküle, die vermutlich vor der Mesenchyminvasion in diesen elektronenoptisch leeren Raum hineindiffundiert sind. Die speziellen hochpolymerisierten Glycosaminoglycane, die von den sich ausdifferenzierenden Mesenchymzellen auch nach ihrer Einwanderung weiterproduziert werden, werden in derselben Arbeit als Nukleationslinien diskutiert, die durch das physiologische Wachstum der Augenanlage vom Knäuelzustand in den Streckzustand gebracht werden und damit die Aufgabe einer oberflächenparallelen Matrize für die zeitlich sekundär produzierten Tropokollagenmoleküle übernehmen, die sich dann an sie anlagern.

Mit Ausreifung der Cornea nimmt die Zahl dieser aus Glycosaminoglycanpolymeren bestehenden Filamente ab, und die Fibroblasten wandeln sich in Keratozyten um.

Die zweite Frage nach der Transparenzbegründung ging folgende Wege: Eine vermutete optische Homogenität durch absolut gleiche Brechungsindices von Kittsubstanz und Kollagenfibrillen konnte nicht bestätigt werden (18). Maurice erklärte die Transparenz mit einem geometrisch geordneten optischen Gitter aus Fibrillen (10). Schwarz und Keyserlingk widerlegten eine solche Symmetrie, stellten aber einen konstanten und kleinen Fibrillendurchmesser und konstanten Fibrillenabstand im Gegensatz zu entsprechenden Werten der undurchsichtigen Sklera fest (20). Sie verglichen diese Befunde mit der statistischen Verteilung von Partikeln in einer kolloidalen Lösung. Schwarz und Keyserlingk konnten erneut durch Untersuchungen an Narben und Transplantaten von menschlichem Corneagewebe auf den Einfluß der Einheitlichkeit von Fibrillendurchmesser sowie Fibrillenabständen und den Einfluß der Parallelität der Fibrillen hinweisen, die wiederum in parallelen Lamellen parallel zur Oberfläche geordnet sind (21). Auch die geringe Schwankungsbreite der Brechungsindices von Kollagen zu denen der Kittsubstanz und ihre Bedeutung für die Transparenz wurden von ihnen diskutiert. Hart und Farrell fanden die zusammenfassende Erklärung für diese Bausteine der Transparenzbegründung mit Hilfe von rechnerischen und praktischen Experimenten an einer Kaninchencornea (3). Die substantia propria ist danach

ein quasi-reguläres, quasi-statistisches Gitter, d.h. die substantia propria hat von beiden Gitterformen einen Anteil. Die Fibrillen zeigen im Wellenlängenbereich des Lichtes ein reguläres Gittersystem und bedingen damit die Transparenz; in kleineren Einheiten dagegen weisen sie nur eine statistische, eine zufällige Verteilung auf. Schwarz und Keyserlingk fanden bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung eines durchsichtigen Fisches hiermit übereinstimmende Befunde (22).

In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob sich bei einem stammesgeschichtlich niedrig stehenden Wirbeltier wie dem Gecko Übereinstimmungen zu den bekannten Daten anderer Vertebraten, insbesondere der menschlichen Cornea, finden lassen. Die zu ermittelnden Ergebnisse sollen ebenfalls eine Aussage machen über die Allgemeingültigkeit der z.Zt. diskutierten Transparenzbegründung von Hart und Farrell bzw. über die Wertigkeit älterer Feststellungen.

Material und Methode

Die Echse wurde mit Äther betäubt, dekapitiert und die Bulbi enukleiert. Diese wurden wie folgt fixiert:

2 Std. Karnowski-Lösung

2 Std. Waschung in 0,1 m Cacodylat-Puffer

2 Std. 1 %ige Osmiumsäure und Cacodylat-Puffer

abschließende Wäsche in 0,9 %iger NaCl-Lösung.

Es folgte die aufsteigende Micropal-Acetonreihe zur Entwässerung.

Micropal : Aceton

1 : 3 (60 min)

1 : 1 (60 min)

3 : 1 (2 Std.)

9 : 1 (über Nacht)

Zum Schluß Verwendung von reinem Micropal (Ferak, Berlin) mit Initiator und Aktivator über Nacht. Die Einbettung in Micropal (mit Katalysatoren) erfolgte in 3 Stufen:

1. Stehenlassen bei Zimmertemperatur

2. über Nacht bei 37 °C

3. 24 Stunden bei 60 °C

Die Schnitte der so gewonnenen Blöcke wurden mit dem Mikrotom Reichert-Austria Om-U2 durchgeführt. Nach Kontrastierung der Schnitte mit Uranylacetat diente das Siemens-Elmiskop I bei 80 kV zum Schießen der Aufnahmen. Die primären Vergrößerungen betrugen dabei je nach Fragestellung zwischen dem 6000- und 20 000fachen.

A. Kollagengehalt

Zur Benutzung bot sich die Punktzählmethode nach Weibel an (28). Mit Hilfe von dafür angefertigten Schablonen wurden die Punkte bei einer Endvergrößerung von 1 : 240 000 auf einer Mattscheibe bei fünf verschiedenen Aufnahmen ausgezählt.

B. Fibrillendurchmesser

Arbeitsgrundlage waren hier Papierabzüge mit einer Endvergrößerung von 1 : 35 000. Mit einer Lupe (0,1 mm Einteilung) wurden 230 Durchmesser gemessen und in mmy umgerechnet.

C. Mittelpunktabstand

Ähnlich zu A projizierte ich Negative auf eine Mattscheibe zu einer Endvergrößerung von 1 : 240 000. Mittels eines Zirkels mit mm-Einteilung wurden 210 Mittelpunktabstände abgegriffen und in mmy umgerechnet.

Untersuchungsergebnisse

A. Bei einer Durchmusterung der elektronenmikroskopischen Aufnahmen bei geringen Vergrößerungen imponiert wie beim Menschen auch hier die dichte Packung der Lamellen. Die Lamellen zeigen ein deutliches wellenförmiges Muster (Bild 1). Die Dicke einer einzelnen Lamelle beträgt dabei bis zu 860 mmy. Die Lamellen verlaufen in ihrer Wellenform angenähert parallel zur Oberfläche. Bisweilen werden kleine Fibrillenbündel schräg durch die angrenzende Lamelle zur nächsten gleichsinnig verlaufenden Lamellenwelle abgegeben. Die exakten runden Querschnitte und strichartigen Längsschnitte weisen auf einen rechtwinkligen Verlauf der Lamellen untereinander hin. Auf anderen Aufnahmen mit ebenfalls schwacher Vergrößerung ergibt der wellenförmige Verlauf der Lamellen ein besonders unruhiges Muster (Bild 2). Eine frühere Arbeit deutet solche Unruhe als Folge des Mikrotomschnittes in Limbusnähe (24). Stärkere Vergrößerungen zeigen, daß die Parallelität der Fibrillen in kleineren Ausschnitten weniger konsequent durchgeführt ist als bei geringeren Vergrößerungen ersichtlich wird (Bild 3). Ab einer Vergrößerung von 1 : 70 000 erkennt man auch Filamente (Bild 4). Besonders plastisch wurden diese Filamente durch Projektion auf eine Mattscheibe bei einer Vergrößerung von 1 : 240 000. Es sind kleine Fädchen, die Brücken zwischen benachbarten Fibrillen bilden. Sie scheinen besonders häufig einen rechten Winkel radiär zur Ausbreitungsrichtung der einzelnen

Fibrillen zu bilden, da sie bei Fibrillenquerschnitten in ihrem gesamten Verlauf zur benachbarten Fibrille deutlich erkennbar sind. Die Anzahl der Filamente pro Einzelfibrille beträgt meistens fünf oder sechs Stück. Eine für das Kollagen typische Querstreifung der Fibrillen konnte nur auf wenigen Aufnahmen und dann auch nur bei stärkerer Vergrößerung gefunden werden (Bild 5). Die in der Aufnahme hellen Querstreifen weisen eine Dicke zwischen 19 und 21 mmy auf. Dieser Wert steht im Einklang mit Messungen anderer Autoren (2,25). Bei Aufnahmen mit besonders starker Vergrößerung ab 1 : 120 000 fällt bei quergeschnittenen kollagenen Fibrillen der Cornea innerhalb ihrer quergetroffenen Fläche folgendes auf: man sieht helle und dunkle Punkte (Bild 6). Darauf wird in der Diskussion noch eingegangen.

B.

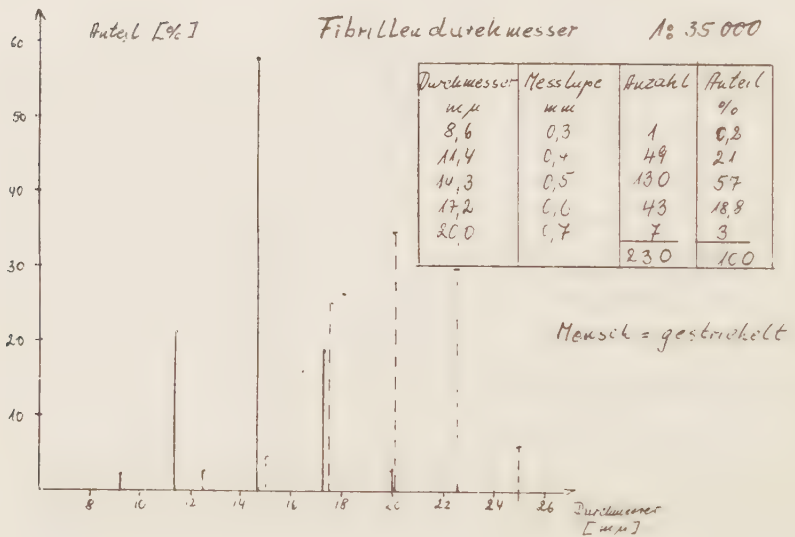
1. Kollagengehalt

Bei fünf verschiedenen Aufnahmen wurden an 12 nicht identischen Stellen von 2529 möglichen Punkten 713 Trefferpunkte gezählt. Der Volumenanteil der Fibrillen und damit der Kollagengehalt an der substantia propria beträgt 28,3 V%. Der entsprechende Kollagengehalt beim Menschen ist 14,5 V%(20).

2. Fibrillendurchmesser

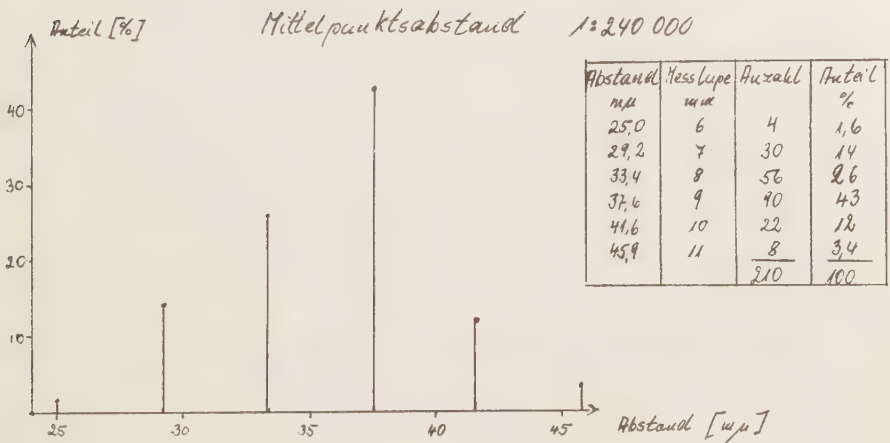
Der arithmetische Mittelwert der gemessenen Durchmesser beträgt 14,35 mmy. Mittelwert wie Verteilungskurve wurden aus der u.a. Tabelle errechnet. Die Fibrillen beim Menschen

dagegen weisen eine Dicke von 23-27 nm auf (20). Die Verteilungskurve für menschliches Normalgewebe ist einer Arbeit von Schwarz und Keyserlingk entnommen (21).



3. Mittelpunktabstand

Beim Gecko (*Hemidactylus peratus*) beträgt der Mittelpunktabstand der Fibrillen 35,7 μm (arithmetisches Mittel). Das menschliche Auge weist einen entsprechenden Abstand von 50 μm auf (20). Meßdaten und Verteilungskurve verdeutlichen den Abstandswert:



Diskussion

A.

Bisher wurde die Cornea vom Menschen (20,21), Kaninchen (3,25), Fisch (1,22), Ratte (2,7,8), Hühnchen (17) und Maus (15) nach unterschiedlichen Gesichtspunkten in ihrer Feinstruktur untersucht. Die Untersuchung eines Reptils soll einen weiteren Baustein für die Beantwortung von Corneafragen liefern.

Im Gegensatz zur Cornea des Menschen mit ihrer glatten parallelen Lamellenstruktur ist beim Gecko die Parallelität der Lamellen nur in einer gedachten Linie in Wellenverlaufsrichtung vorhanden. Dabei liegen - sich wiederholend - Wellenberg über Wellenberg und Wellental über Wellental. Bei diesen Formen kann man an das eingangs erwähnte unruhige Primärstroma denken. Das Auftauchen solcher Formationen wie auch der Austausch von kleinen Fibrillenbündeln unter den Lamellen ist demnach kein Widerspruch zur Transparenz.

Auf die exakte Rechtwinkligkeit der Lamellen untereinander bei niederen Vertebraten wiesen Smelzer und Ozanics bereits hin (24)¹. Diese Feststellung kann mit dem vorliegenden Bildmaterial bestätigt werden. Sie bedeutet dabei einen Gegensatz zu Befunden bei der Ratte (2), bei der zwar eine Oberflächenparallelität, aber keine Rechtwinkligkeit der Lamellen untereinander festgestellt wurde. Besonders auffällig ist das deutliche Auftreten von Filamenten, die Smith und Frame bei einer Kaninchencornea ebenfalls entdeckt haben (25).

Beim Gecko erscheint die Anzahl der Filamente aber regelmäßig größer zu sein. Das läßt den Schluß zu, daß beim Gecko die Filamente häufiger sind, bzw. dichter stehen als beim Kaninchen. Diese Tatsache konnte man unter Berücksichtigung der dünnen Fibrillen in der substantia propria des Gecko gemäß der in der Einleitung aufgeführten Gesetzmäßigkeit der umgekehrten Proportionalität zwischen Fibrillendurchmesser und Glycosaminoglycanmenge erwarten. Die Filamente können nicht nur einen Einfluß auf die Entwicklungsgeschichte der kollagenen Fibrillen, sondern später auch eine zentrale Bedeutung für die besondere Statik der Fibrillen innerhalb einer Lamelle haben. Entwicklungsgeschichte wie Chemismus dieser Filamente wurde bereits in der Einleitung beschrieben. Ebenso wie die Wellenform der Lamellen scheint auch die mangelnde Parallelität der einzelnen Fibrillen untereinander die Transparenz nicht zu beeinträchtigen. In keinem Fall kann eine Regelmäßigkeit der Fibrillen im Sinne eines optischen Gitters gefunden werden. Die vereinzelt nachweisbare Querstreifung in Abständen von 19 bis 21 mmy widerspricht den Ergebnissen bei Ratte (2) und Kaninchen (25) nicht. Bei den hellen und dunklen Punkten, die in den Untersuchungsergebnissen bei der Beschreibung von Fibrillenquerschnitten erwähnt wurden, handelt es sich nicht um Artefakte oder eine Körnung des Photopapiermaterials, sondern um bestimmte anatomische Strukturen, die Smith und Frame bereits bei der Untersuchung der Corneafibrillen des Kaninchens eingehend erörterten (25). Diese haben den Verdacht, den sie auch

durch Zitieren von anderen Autoren begründen, daß innerhalb der kollagenen Fibrillen Longitudinalfilamente verlaufen. Sie halten diese intrafibrillären Filamente für Untereinheiten kollagener Fibrillen, die eine Dicke von fünf Tropokollagenmolekülen aufweisen. Obgleich Kollagengehalt von Cornea- und Sehnenfibrillen beim Kaninchen gleiche sind, zeigt bei ihnen das elektronenmikroskopische Bild doch deutliche Unterschiede. Es tritt nämlich im Vergleich zum homogen erscheinenden Fibrillenquerschnitt der Sehne bei den Fibrillen der Cornea starke helle und dunkle Punktierung auf. Smith und Frame halten die dunklen Punkte für die o.a. Longitudinalfilamente, die hellen Punkte sollen die Verknüpfungsstellen zwischen Longitudinalfilamenten sein, die verglichen mit entsprechenden Stellen in einer Sehnenfibrille in verhältnismäßig geringer Anzahl auftreten und deswegen besonders sichtbar werden.

B.

Der Kollagengehalt ist doppelt so hoch wie der beim Menschen, Eine Abhängigkeit zwischen Kollagengehalt und Transparenz kann also nicht abgeleitet werden. Diese Aussage wird indirekt dadurch bestätigt, daß Schwarz und Keyserlingk in einem völlig getrübbten Narbengewebe der Cornea einen dem Normalgewebe entsprechenden Kollagengehalt und nicht etwa einen der Sklera ähnelnden fanden (21). Die Fibrillen haben eine einheitliche Dicke und sind mit 14,35 mmy nahezu halb so dick wie die der menschlichen Cornea. Ebenfalls geringer ist beim Gecko der Wert für den Mittelpunktabstand,

er hat jedoch auch einen der Glockenform der Durchmesserkurve entsprechenden Verteilungskurvenverlauf. Auf diese wichtige Übereinstimmung der Verteilungskurven von Durchmesser und Abstand in ihrer Glockenform wurde in der einleitenden Literaturübersicht hingewiesen und sie kann hier erneut bestätigt werden. Da die Lamellen mit ihren parallelen Fibrillen ein geschlossenes Ganzes bilden und die Lamellen sich einander in ihrer oberflächenparallelen Packung ohne Unterbrechungen, wie es z.B. durch Zellschichten möglich wäre, direkt ablösen, kann die Transparenzbegründung von Hart und Farrell auch in diesem Fall bejaht werden. Die Cornea bildet also ein quasi-reguläres, quasi-statistisches Gitter, wie es in der Einleitung definiert ist. Nach den bisherigen Ergebnissen enthält die menschliche Cornea die dicksten Fibrillen. Beim Fisch (*Ambassis lala*) (22) und hier beim Gecko (*Hemidactylus peratus*) wurden dünnere nachgewiesen. Das Kaninchen, wie der Mensch ein Säuger, hat auch der menschlichen Cornea ähnliche Fibrillendurchmesser (3). Ob ein Zusammenhang zwischen Durchmesser bzw. Abstand der Fibrillen einerseits und Entwicklungsstufe (z.B. poikilotherm - homoiotherm) des untersuchten Objektes andererseits, oder ob ein Zusammenhang beim Vergleich entsprechender Werte bei Tagtieren (Fisch, Kaninchen) einerseits und Nachttieren (Gecko) andererseits besteht, müßte an weiteren typischen Vertretern geprüft werden.

Zusammenfassung

Der Autor behandelte die Frage nach Übereinstimmungen und Widersprüchen der Corneadaten eines Reptils mit den bzw. gegen die bekannten Angaben über die Cornea anderer Vertebraten, insbesondere des Menschen und den sich daraus ergebenden Deutungen. Er hat dabei elektronenmikroskopische Aufnahmen ausgewertet, die an der Freien Universität Berlin, II. Anat. Institut Prof. Dr. med. W. Schwarz, angefertigt wurden. Bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse ergaben sich als Widersprüche zu den menschlichen Corneadaten die absoluten Werte von Kollagengehalt, Fibrillendurchmesser und Fibrillenabstand sowie der mehr wellenförmige Lamellenverlauf. Übereinstimmung wurde gefunden in der einheitlichen Form der Verteilungskurve von Fibrillendurchmesser und -abstand. Gleichsinnigkeit ließ sich auch zwischen der Transparenzbegründung von Hart und Farrell mit Beobachtungen in dieser Arbeit herausstellen. Ein von Maurice postuliertes optisches Gitter konnte hier nicht nachgewiesen werden. Außerdem wurde die Frage nach Art und Aufgabe der radiären Filamente sowie nach dem Zusammenhang zwischen verschiedenen Meßdaten und der Entwicklungsstufe des untersuchten Objektes angeschnitten. Es ergab sich ein neuer Hinweis für die Steuerung der Fibrillendurchmesser bei der Fibrillogenese durch die Glycosaminoglycane. Innerhalb der kollagenen Fibrillen konnten Longitudinalfilamente beobachtet werden. Bei den Querstreifungsabständen wurde mit anderen Arbeiten Übereinstimmung gefunden.

Bild 1. Nr. 6214/71

1:55 000



Bild 2, Nr. 6316/71

1:35 000



Bild 3, Nr. 6325/71

1:70 000



Bild 4, Nr. 8920/71

1:70 000



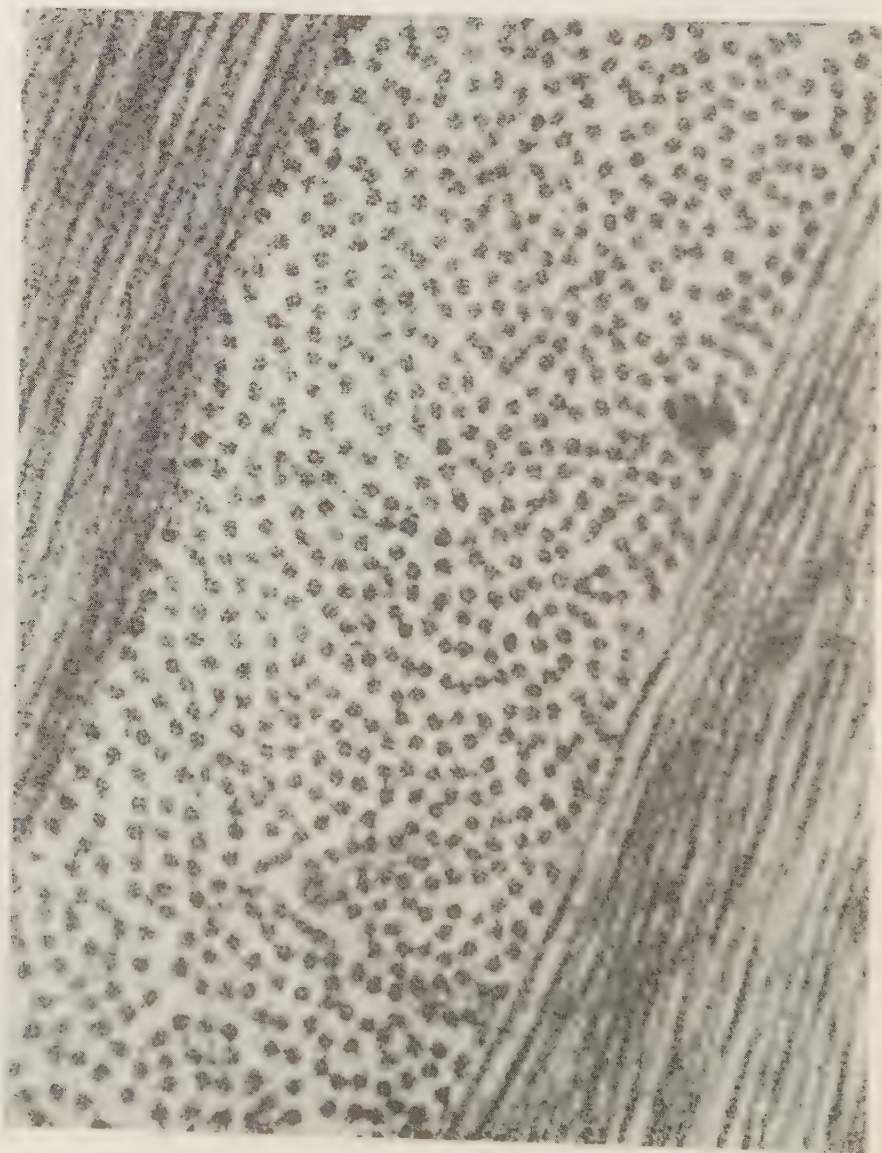
Bild 5, Nr. 8919/71

1:70 000



Bild 6, Nr. 8920/71

1:120 000



Literaturverzeichnis

1.

Goldmann, J.N.-Benedek, G.B.

The relationships between morphology and transparency
in the nonswelling corneal stroma of the shark

Invest. Ophthal.

6,574-600 1967

2.

Hackelberg, H.-H.

Elektronenmikr. Untersuchungen über die Entstehung und
Reifung des Corneastromas bei der Ratte

Inaugural-Dissertation, Berlin 1971

3.

Hart, R.W.-Farrell, R.A.

Light scattering in the cornea

Journ. of the optical society of America

59,766-774 1969

4.

Hay, E. - Revel, J.P.

The fine structure of the developing avian cornea

Basel-New York 1969

5.

Herrmann, H.

Some problems of protein formation in the sclera and
cornea of the chick

Symposium on the chemical basis of development

John Hopkins Press, Baltimore

329-338 1958

6.

Jakus, A.M.

The fine structure of the rat cornea

Amer. J. ophthalmol.

38 (1,II), 40-52 1954

7.

Jakus, A.M.

The fine structure of Descemets membrane

J.biophys.biochem.cytolog.

Supplement 2,243-252 1956

8.

Karmascin, L.

Elektronenmikr. Untersuchungen des Fasersystems der
embryonalen Hornhaut

Acta morph. Acad. Sci.hung.

11,375-385 1962

9.

Matthews, M.

The interaction of proteoglycans and collagen-model
Systems

Chemistry and molecular biology of the intercellular
matrix

Academic Press, London-New York

Volume II, 1155-1169 1970

10.

Maurice, D.M.

The structure and transparency of the cornea

J.physiol. (London)

136,263-286 1957

11.

Merker, H.J.

Elektronenmikr. Untersuchungen über die Fibrillogenese
in der Haut menschlicher Embryonen

Z.f.Zellforsch.

53,411-430

1961

12.

O'Connell, J.-J. - Low, F.N.

A histochemical and fine structural study of early
extracellular connective tissue in the chick embryo

Anat.Rec.

167,425-430

1970

13.

O'Rahilly, R. - Meyer, D.

The early development of the eye in the chick

Acta anatom.

36,20-58

1959

14.

Payrau, P.

Biochemistry and immunochemistry of the cornea

Biochemistry of the eye

Verlag Karger, Basel-New York

1968

15.

Pierce, G.B.

The development of basement membranes of the mouse embryo

Develop.Biol.

13,231

1966

16.

Revel, J.P. - Hay, E.D.

Fine structure of the developing chick cornea

Anat.Rec.

151,492-493

1965

17.

Rohen, J.W.

Das Auge und seine Hilfsorgane

Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen

Berlin-Heidelberg-New York

3.Bd.,4.Tl.

1964

18.

Schwarz, W.

Elektronenmikroskop. Untersuchungen über den Aufbau
der Sklera und der Cornea des Menschen

Z.f.Zellforsch.

38,26-49

1953

19.

Schwarz, W. - Merker, H.J. - Kutzsche, A.

Elektronenmikr. Untersuchungen über die Fibrillogenese
in Fibroblastenkulturen

Z.f.Zellforsch.

56,107-124

1962

20.

Schwarz, W. - Keyserlingk, D.Graf

Über die Feinstruktur der menschlichen Cornea mit
besonderer Berücksichtigung des Problems der Transparenz

73,540-548

1966

21.

Schwarz, W. - Keyserlingk, D. Graf
Elektronenmikr. Untersuchungen an humanen Hornhaut-
narben und an einem getrübbten Hornhauttransplantat
Virchows Arch. Abt. A Path.Anat.
347,115-128 1969

22.

Schwarz, W. - Keyserlingk, D. Graf
Elektronenmikr. Untersuchungen an der Cornea, Sklera,
Haut und Flosse eines durchsichtigen Fisches (Ambassis lala)
Z.f.Zellforsch.
102,78-84 1969

23.

Serafini-Fracassini, A. - Wells, P.J. - Smith, J.W.
Studies on the interactions between glucosaminoglycane
and fibrillar collagen
Chemistry and molecular biology of the intercellular
matrix
Academic Press, London-New York
1201-1215 1970

24.

Smelser, G.K. - Ozanics, V.
New concepts in anatomy and histology of the cornea
The Cornea World Congress
Butterworths, London
1-20 1965

Lebenslauf

Am 8.9.43 wurde ich als viertes Kind von Magda und Emil Schlichting in Kronshagen bei Kiel geboren. Meine Schulzeit beendete ich 1964 mit dem Abitur an dem Neusprachlichen Gymnasium in Osterode am Harz.

Von 1964 - 1966 war ich Angehöriger der Bundeswehr und hatte dort zuletzt in einer Kampfpanzereinheit den Dienstgrad eines Leutnants inne. Im Anschluß daran heiratete ich meine jetzige Frau, Monika Schlichting geborene Schwochow, und ich begann mit ihr zusammen im SS 66 das medizinische Studium an der Freien Universität in Berlin, das ich nach dem WS 71/72 an derselben Universität mit dem Staatsexamen abgeschlossen habe. Nach der MA-Zeit will ich mich zum Facharzt ausbilden lassen.

Für klare Anleitung, viele Hinweise und Vorschläge danke ich meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. med. W. Schwarz, sehr; ebenfalls danke ich Frau Shunnar für die geduldige und sachkundige Unterstützung bei vielen technischen Problemen.

Die erste Abteilung, welche die
historische Entwicklung der
Landwirtschaft in der
Provinz Preußen darstellt,
ist in drei Hauptabteilungen
unterteilt: 1. Die
Landwirtschaft in der
Provinz Preußen, 2. Die
Landwirtschaft in der
Provinz Posen, 3. Die
Landwirtschaft in der
Provinz Westpreußen.

Die zweite Abteilung, welche die
Landwirtschaft in der
Provinz Posen darstellt,
ist in drei Hauptabteilungen
unterteilt: 1. Die
Landwirtschaft in der
Provinz Posen, 2. Die
Landwirtschaft in der
Provinz Westpreußen, 3. Die
Landwirtschaft in der
Provinz Ostpreußen.

